

<https://doi.org/10.29296/25877305-2020-05-02>

## Пункционная вертебропластика при опухолях и заболеваниях позвоночника

**А.В. Яриков**<sup>1,2</sup>, кандидат медицинских наук,  
**А.А. Денисов**<sup>3</sup>,  
**И.И. Смирнов**<sup>2</sup>,  
**С.В. Масевнин**<sup>3</sup>, кандидат медицинских наук,  
**М.Ю. Докиш**<sup>3</sup>, кандидат медицинских наук,  
**О.А. Перльмуттер**<sup>2</sup>, доктор медицинских наук, профессор,  
**А.П. Фраерман**<sup>2</sup>, доктор медицинских наук, профессор,  
**А.Е. Симонов**<sup>2</sup>, кандидат медицинских наук

<sup>1</sup>Приволжский окружной медицинский центр ФМБА, Нижний Новгород

<sup>2</sup>Городская клиническая больница №39, Нижний Новгород

<sup>3</sup>Российский НИИ травматологии и ортопедии

им. Р.Р. Вредена Минздрава России, Санкт-Петербург

**E-mail:** anton-yarikov@mail.ru

*Пункционная вертебропластика – один из распространенных методов лечения больных с заболеваниями позвоночника разного генеза. Подробно изложены общие рекомендации по проведению пункционной вертебропластики, описана методика ее выполнения. Приведены биомеханические характеристики одного из часто используемых костных цементах – полиметилметакрилата. Описаны показания к вертебропластике, противопоказания и ее осложнения. Особое внимание уделено использованию этой процедуры при гемангиомах позвонков, метастатическом поражении и остеопорозе.*

**Ключевые слова:** нейрохирургия, вертебропластика, гемангиома позвонка, остеопороз, метастатическое поражение позвоночника, опухоли позвоночника.

**Для цитирования:** Яриков А.В., Денисов А.А., Смирнов И.И. и др. Пункционная вертебропластика при опухолях и заболеваниях позвоночника. Вrach. 2020; 31 (5): 6–13. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-05-02>

**П**ереломы тел позвонков (ТП) на фоне опухолевых поражений и заболеваний позвоночника часто сопровождаются сильной болью и последующей инвалидизацией [1, 2]. Многие пациенты отмечают значительное снижение качества жизни, постоянную боль, деформацию позвоночника, нарушение функции легких, а также появление депрессивного расстройства в результате снижения бытовой и профессиональной активности [3, 4]. Среди причин переломов ТП на 1-м месте находится остеопороз (ОП), далее следуют первичные и метастатические опухоли, гемангиома позвонков (ГП), травма и остеонекроз. Чрескожная пункционная вертебропластика (ПВП) является лечебной инвазивной процедурой, требующей радиографического сопровождения. ПВП включает в себя введение

в ТП полимеров, таких как полиметилметакрилат (РММА), с целью облегчения боли и увеличения стабильности позвоночника [5–8]. Впервые данную методику предложили в 1984 г. P. Galibert и H. Deramond [6, 9–12] и использовали для цементирования ТП, пораженного ГП, после чего она заняла свое особое место в клинической практике нейрохирурга при разнообразных (онкологических и травматических) заболеваниях позвоночника [13–16].

**Общие рекомендации по проведению ПВП.** Пациент должен находиться в положении лежа (грудная и поясничная локализации). Кожа, подкожные ткани и надкостница локально анестезируются местным анестетиком, в связи с чем может потребоваться длинная игла (как для спинномозговой анестезии). На протяжении манипуляции все витальные функции (частота сердечных сокращений, АД и сатурация) должны постоянно контролироваться [1, 17].

Для введения игл в ТП можно использовать 3 доступа: транспедикулярный, экстрапедикулярный, унипедикулярный заднелатеральный. Транспедикулярный доступ применяется в основном на уровне грудного и поясничного отделов позвоночника при ОП и остеолитических переломах, экстрапедикулярный – на уровне верхне- и среднегрудного отделов позвоночника. Точка введения игл, в отличие от таковой при транспедикулярном доступе, располагается латеральнее корня дуги. Этот доступ применяется при поражении корня дуги опухолью и наличии транспедикулярного винта. Унипедикулярный заднелатеральный доступ используется, когда невозможно применять указанные доступы. Использование унипедикулярного доступа сопряжено с риском повреждения сегментарной артерии, корешка спинного мозга (СМ) и высокой экстравазации цемента через эпидуральные вены в переднее эпидуральное венозное сплетение позвоночного канала.

Во многих клиниках ПВП выполняют под внутривенной анестезией, что, по мнению некоторых нейрохирургов, не совсем оправдано, так как во время выполнения манипуляции, помимо визуализации, необходимо ориентироваться на ощущения больного, что иногда помогает избежать развития нежелательных осложнений и косвенно определить объем введенного РММА [1, 18]. Известно, что инъекция большого объема РММА увеличивает риск смежных переломов, утечки цемента из ТП и таких осложнений, как эпидуральное кровоизлияние, повреждение невралжных структур, острый респираторный дистресс и тромбоэмболия легочной артерии [19, 20]. В момент введения цемент должен быть вязким, иметь консистенцию зубной пасты. Идеальный объем РММА для введения остается спорным и пока неизвестным параметром [21, 22]. По опыту нейрохирургов, целесообразно использовать объем РММА, находящийся на грани вытекания из ТП; следует ориентироваться на ощущения пациента [13, 14].

**Биомеханические обоснования применения РММА.**  
*Термический фактор.* При повышении температуры до  $>50^{\circ}\text{C}$ , если эта температура сохраняется, возникает термический некроз нервных окончаний как эффект экзотермической реакции полимеризации [14, 23], тогда как апоптоз остеобластов развивается при температуре  $48^{\circ}\text{C}$ , сохраняется на протяжении  $\geq 10$  мин. К тому же повышение температуры может вызывать существенное снижение скорости роста опухолевых клеток [5, 6, 11, 24].

*Химический фактор* – цитотоксическое воздействие РММА. Цитотоксичность РММА обуславливает противоопухолевый эффект, доказанный множеством клинических исследований [5, 6, 11, 24].

*Механический фактор* представляется неосновной причиной снижения боли из-за стабилизации и укрепления ТП, предотвращения микродвижений в области перелома и как результат – снижения ирритации нервных окончаний [6, 12, 24, 25].

#### **Противопоказания к ПВП:**

##### **Абсолютные [5, 18, 26]:**

- любые виды локального (остеомиелит, спондилит, эпидуральный абсцесс) или общего (сепсис) инфекционно-воспалительного процесса;
- аллергическая реакция на компоненты, применяемые при ПВП;
- коагулопатия;
- четкая положительная динамика на фоне консервативного лечения;
- осложненные и нестабильные переломы ТП;
- полное компрессионное разрушение ТП – плоский позвонок (снижение высоты ТП на  $\geq 75\%$ );
- вовлечение в процесс задней покровной пластинки и сопутствующий стеноз позвоночного канала;
- инвазия опухоли в позвоночный канал.

**Осложнения** наблюдаются в 1–10% случаев. В момент ПВП осложнения сопряжены с истечением цемента, которое в основном отмечается при деструкции замыкательных пластин и задней части ТП. В случае ГП и компрессионного перелома при ОП риск клинически проявляющихся осложнений не превышает 1%, у лиц с метастатическим поражением ТП – 5–10%, что главным образом сопряжено как с контингентом больных, так и с характером деструкции позвоночника [1, 5, 17].

Среди клинически проявляющихся осложнений выделяют следующие [9, 27, 28]:

##### 1. Аллергические реакции на:

- контрастные вещества;
- костный цемент и его компоненты (цитостатики, сульфат бария);
- препараты для анестезии (местные анестетики);
- аппликационные средства (медицинский пластырь).

##### 2. Осложнения, сопряженные с хирургическими манипуляциями:

- перелом ребра, поперечного отростка, дуги позвонка;

- кровотечение, ликворея;
- травматизация анатомических структур (твердая мозговая оболочка – ТМО, СМ, корешки, сосуды, плевра);
- фиксация игл в ТП при ранней полимеризации цемента;
- миграция цемента в эпидуральное пространство, позвоночный канал, эпидуральные вены;
- транзиторная гипотензия в момент введения РММА;
- транзиторное усиление боли и повышение температуры тела;
- компрессия СМ и его корешков; наблюдается в основном при метастатическом поражении позвоночника.

### 3. Осложнения эмболического характера:

- жировая эмболия;
- легочная эмболия.

4. Инфекционные осложнения: спондилиты как проявление инфекционных осложнений после ПВП (встречаются редко, как правило – у лиц с иммунодефицитом) [5].

Аллергических реакций можно избежать, соблюдая алгоритм предоперационной подготовки. Обязательны внутрикожные и внутривенные пробы на гиперчувствительность к препаратам, применяемым при ПВП. Аллергические реакции на РММА редки и представлены повышением температуры тела до 39°C в течение 24–36 ч, регрессирующим спонтанно. Пациентам назначают антипиретики, антигистаминные средства и нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) [17, 28].

Ятрогенные травматизации дуг позвонков, дугоотростчатых суставов, головок ребер вызваны изначально неправильным введением игл и попытками изменить их направление, когда кончик игл уже локализован в ножке позвонка. Избежать данного осложнения можно правильной ангуляцией и направлением иглы; допустив ошибку, следует вынуть иглу и повторить пункцию заново. Повторные пункции ножки позвонка затруднительны. Кончик иглы срывается в сформированный канал или травмирует дугоотростчатый сустав, головку ребра. В этих случаях необходимо произвести экстрапедункулярный доступ к ТП (дорсолатеральный). Ятрогенный перелом дуги, повреждение дугоотростчатого сустава не представляются причинами прекращения ПВП. После ПВП больной будет чувствовать боль в зоне вмешательства. Боль постепенно, в течение 10–16 дней, исчезает, однако в этот период нужны адекватная обезболивающая терапия, внешняя иммобилизация (корсетом) [28].

Травматизация СМ и сосудов при введении игл бывает также вызвана ошибочным их введением, отсутствием постоянного рентгеновского контроля, спешкой, безосновательным стремлением к сокращению времени проведения ПВП. На этапе установки игл при

травматизации ТМО, СМ и его корешков, при появлении ликвореи от продолжения ПВП лучше воздержаться и дальнейшие лечебные усилия ориентировать на устранение возникших осложнений [1, 17].

Риск формирования неврологической симптоматики при ПВП значительно выше у лиц с метастатическими поражениями ТП (остеолитические метастазы, миеломная болезнь), чем у пациентов с ОП [29]. При новообразованиях, заполняющих практически все ТП и распространяющихся на дуги, частота экстравертебральной миграции костного цемента, по данным А. Cotton, составляет >35%. Поступая в опухоль, полимер существенно разрывает и сдвигает ее; при этом увеличивается его распирающее давление в ТП. При новообразовании, занимающем почти весь объем ТП, повышение давления в какой-то момент ведет к резкой и бесконтрольной миграции фрагментов опухоли и РММА как паравертебрально, так и в направлении эпидурального пространства [12]. Очень высок риск миграции РММА паравертебрально и в направлении позвоночного канала при ПВП гигантских ГП, занимающих >½ ТП. Избежать таких осложнений можно, медленно вводя костный цемент и обязательно следуя правилам его приготовления для достижения его оптимальной вязкости [13].

При правильном введении иглы в ТП и удалении мандрена иногда нейрохирург встречается с интенсивным кровотечением из просвета иглы. Кровотечение уменьшается или останавливается после введения мандрена на 3–7 мин. При продолжении кровотечения в ТП через просвет иглы вводят гемостатическую губку. Незначительное кровотечение из ТП на ход ПВП не влияет. После удаления иглы кровотечение из ТП распространяется по раневому каналу. Для профилактики кровотечения надо после ПВП ТП иглу вынимать постепенно, одномоментно заполняя РММА сформированный ею в ножке позвонка раневой канал [17].

В литературе описаны 2 летальных исхода, связанных с эмболией легочных сосудов РММА. В обоих случаях пациентам пожилого возраста с кардиоваскулярной патологией в условиях общей анестезии выполнялась ПВП (>4 ТП) с введением значительного количества РММА. На аутопсии выявлены крупные по объему фрагменты РММА в легочных артериях, попавшие через эпидуральные вены [27].

Природа возникновения транзиторной гипотензии при введении РММА не изучена.

Транзиторное усиление боли встречается нечасто (в <2% случаев), обычно оно связано с самой процедурой (введение иглы, воспалительная реакция на РММА) и, как правило, регрессирует в течение 24 ч; для его купирования используют НПВП [1, 17].

**ПВП при ГП.** ГП встречаются в 2–4% случаев всех новообразований позвоночного столба [10, 30–32]. Средний возраст пациентов – 30–60 лет, преобладают женщины (3:2) [10, 33–35]. Частота локализации ГП

в грудном отделе позвоночника составляет 69–76% случаев, в поясничном – 22%, в шейном – 4%, в крестцово-копчиковом – 1%. [35, 36]. В 80–90% случаев поражается 1 позвонок, хотя имеется наблюдение поражения 9 позвонков (гемангиоматоз) [36, 37].

В зависимости от топографии поражения позвонка J. Nguyen и соавт. [10, 35, 36, 38, 39] выделяют ГП 5 типов:

- тотальное поражение позвонка;
- только ТП;
- изолированное (заднее полукольцо);
- ТП и частично – заднее полукольцо;
- эпидуральное расположение ГП.

Микроскопически выделяют 4 типа ГП [10, 34, 38]:

- капиллярная ГП, состоящая из большого количества тонкостенных капилляров, переплетающихся между собой и составляющих несколько слоев;
- кавернозная ГП, ткань, которой представляет собой большое количество тонкостенных полостей разной величины, покрытых эндотелием; полости разграничены тонкостенными перегородками из соединительной ткани и сообщаются между собой; для ГП данного типа нехарактерно наличие эластических волокон в стенках сосудов;
- рацемозная ГП, характеризующаяся присутствием конгломерата сосудов артериального или венозного типа;
- ГП смешанной формы, в формировании которых принимают участие капилляры, крупные сосуды, кавернозные полости.

В 1986 г. Laredo и соавт. представили критерии агрессивности ГП [2, 10, 35, 36]:

- локализация на уровне Th<sub>III-IX</sub> ТП;
- тотальное поражение ТП;
- экспансия ГП на дугу, ножки и отростки позвонка;
- костная экспансия с выпячиванием кортекса с нечеткими краями;
- неравномерная трабекулярная структура ГП;
- наличие эпидуральных и (или) паравертебральных компонентов ГП;
- низкий сигнал на T1 и высокий – на T2 при магнитно-резонансной томографии (МРТ); накопление контрастного препарата при проведении компьютерной томографии (КТ) с контрастным усилением.

На долю симптоматических ГП (см. рисунок), имеющих клиническое значение, или так называемых агрессивных, приходится 0,9–4,0% всех ГП [2, 33, 40].

Нейрохирургической клиникой Военно-медицинской академии (ВМА) им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург) разработана балльная интегральная шкала (табл. 1) оценки агрессивности ГП [33, 35, 37].

Данная шкала дает возможность объективно оценить степень агрессивности ГП; сумма баллов >5 яв-

ляется одним из показаний к ПВП или нейрохирургическому вмешательству [33].

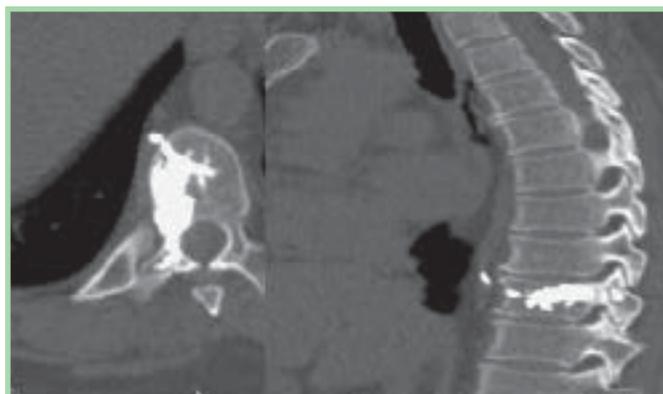
По этой шкале ГП классифицировали следующим образом:

- 1-й тип – малые;
- 2-й – неагрессивные;
- 3-й – агрессивные.

ГП 3-го типа имеют степени ША и ШВ (табл. 2). Оценка агрессивных ГП по балльной шкале – 5 баллов по клиническим и рентгенологическими признакам. Такая классификация удобна для определения тактики лечения и показаний к оперативному вмешательству.

Цели ПВП при симптоматических ГП:

- предотвращение роста ГП с возможной инвазией в позвоночный канал и компрессией невралжных структур;



ПВП при агрессивной ГП Th<sub>IX</sub>  
Puncture vertebroplasty for aggressive vertebral hemangioma at Th<sub>IX</sub>

Таблица 1

**Балльная шкала оценки агрессивности ГП  
нейрохирургической клиники ВМА им. С.М. Кирова**

Table 1

**The score scale for assessing the aggressiveness  
of vertebral hemangiomas at the Neurosurgery Clinic  
of the S.M. Kirov Military Medical Academy**

Признак агрессивности	Балл
Присутствие экстравертебрального компонента ГП	5
Компрессионный перелом и (или) деформация ТП, вызванная ГП	5
Костная экспансия с выпячиванием кортикального слоя	4
ГП, поражающая >2/3 ТП	3
Повреждение – истончение и (или) деструкция кортикального слоя	3
ГП, поражающая от 1/3 до 2/3 ТП	2
Неравномерная трабекулярная структура ГП	2
Экспансия ГП на ножки, дуги позвонка	2
Отсутствие жировой ткани в структуре ГП (низкий сигнал от ГП на T1 и высокий – на T2 при МРТ)	2
Локальная боль	1

- профилактика патологического перелома ТП;
- увеличение прочности и стабилизации пораженного сегмента.

Эффективность ПВП в комплексе лечебных мероприятий при ГП достоверно выше, чем лучевой терапии [10, 11, 30, 31, 33, 35, 36]. При сдавлении СМ мягкотканым компонентом опухоли ПВП сочетают с удалением экстравертебрального компонента ГП с целью декомпрессии СМ [31, 35].

**ПВП при метастатическом поражении позвоночника.** У лиц с различными формами рака метастатическое поражение позвоночника регистрируется в 27–70% случаев [5, 23, 32] (на 3-м месте после метастатического поражения легких и печени) [24, 41, 42]. Среди всех опухолей позвоночника около 90–96% составляют метастазы, а остальные 1–5% – первичные опухоли [5, 31, 41, 43]. Различают 2 вида поражения костной ткани – остеобластические и остеолитические метастазы [31, 32, 43]. Остеобластические метастазы проявляются увеличением продукции костной ткани в области поражения, характеризуются уплотнением минерального компонента. При остеолитическом поражении отмечаются вымывание минеральной части кости, ее истончение, патологические переломы [24].

Существуют 2 вида принципиальных показаний к ПВП – клинические и рентгенологические [44]. Основное клиническое показание к ПВП – болевой синдром, вызванный нестабильностью ТП. Рентгенологические показания – угроза патологического перелома или патологический перелом ТП. Стабильные патологические переломы ТП без выраженного болевого синдрома не являются показанием к ПВП [24, 41, 44]. ПВП при метастатическом поражении может позволить снизить риск патологического перелома и интенсивность боли, не снижая при этом медиану выживаемости [43, 45, 46].

**ПВП при ОП.** Нейровизуализация имеет решающее значение для оценки ТП при ОП. Спондилография чаще всего практикуется для постановки диагноза [47, 48]. Однако поскольку острый период перелома ТП при

ОП невозможно определить с помощью серийных рентгенограмм, рекомендуется использовать альтернативные методы нейровизуализации. МРТ предпочтительна по нескольким причинам: она позволяет подтвердить наличие острого или подострого периода перелома ТП, оценить морфологию и исключить наличие сопутствующего заболевания [49]. Кроме того, рентгенографически негативный перелом с легкостью может быть обнаружен на МРТ. Из-за наличия отека костного мозга, острого, подострого или незаживающего перелома ТП появляется гипоинтенсивный сигнал на T1-взвешенных изображениях и гиперинтенсивный – на изображениях T2 и STIR [48, 49]. У пациентов, которым невозможно выполнить МРТ, рекомендуется применение КТ. КТ дает возможность показать наличие перелома ТП, оценить целостность его задней стенки и исключить любую ретропульсию фрагментов перелома [47, 50].

Переломы ТП при ОП характерны для всех костей скелета, за исключением костей черепа [16, 29]. В основном развиваются переломы грудных и поясничных ТП, костей запястья и бедренной кости. ОП занимает 4-е место в ряду наиболее распространенных видов патологии, ведущих к инвалидизации, и следует в этом ряду после болезней сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, злокачественных новообразований [51, 52]. Только в США каждый год фиксируют >1,5 млн переломов на фоне ОП, из них 700 000 – переломы ТП [51].

Доказательства эффективного применения ПВП при переломах на фоне ОП изучались в течение нескольких десятилетий. Были проведены многочисленные исследования, давшие противоречивые результаты. Единственное, что не подвергается сомнению, – необходимость строгого отбора пациентов с показаниями к данной процедуре. Это – пациенты с острыми, подострыми и застарелыми переломами ТП и наличием болевого синдрома, степень выраженности которого – от умеренной до сильной [53]

J. Hirsch и соавт. [54] считают показаниями к ПВП наличие сильной боли и получение симптоматического лечения в течение 6 нед после перелома, которое не привело к значительному улучшению.

В 2018 г. в библиотеке Cochrane были представлены результаты ПВП при ОП [55]. Авторы сравнивали ПВП с плацебо (без введения цемента; 5 исследований; n=541); с обычным уходом (8 исследований; n=1136); с кифопластикой (7 исследований; n=968) и с инъекций стероидов в дугоотростчатые суставы (1 исследование; n=217). Исследования были выполнены в медицинских учреждениях 15 стран. Эти исследования очень высокого качества показали, что ПВП не дает большей клинически значимой пользы, чем плацебо [55]. Публикация вызвала бурю негативных отзывов, уличающих авторов в некорректном представлении данных и выводов [56]. Так, в указанной работе [55] игнорируются положительные результаты использования ПВП на ранних

Таблица 2

**Клиническая классификация ГП**

Table 2

**Clinical classification of vertebral hemangioma**

Типы ГП	Характеристика ГП
1-й – малые	ГП, локализующиеся в ТП, поражающие <1/3 объема ТП: сумма баллов <3
2-й – неагрессивные	Сумма баллов <5
3-й – агрессивные: IIIA	Сумма баллов – >5 (без признаков компрессии невралжных структур)
IIIB	Сумма баллов – >5 (с экстравертебральной экспансией, признаками компрессии невралжных структур)

сроках у пациентов с наиболее тяжелыми переломами ТП. Авторы применили неподходящую технику метаанализа, не учли различия между исследованиями, роль разных техник введения РММА и явные свидетельства превосходства ПВП у пациентов с переломами <3 нед, включая госпитализированных больных с сильным болевым синдромом. Включение в метаанализ исследования VAPOR для сравнения с остальными исследованиями было недопустимым, чем был нарушен протокол проведения метаанализа. Это показывает, что выводы приведенного исследования содержат заблуждения и не должны приниматься во внимание.

В заключение напоминаем о рекомендации D. Resneck, S. Garfin вертебрологам, впервые выполняющим ПВП [1, 16, 17, 57]. При этом необходимо следующее:

- бипеданкулярная установка игл;
- использование постоянной рентгенонавигации в момент введения костного цемента;
- проведение веноспондилографии;
- использование высококачественного контрастирования костного цемента (содержание сульфата бария в композите – до 20–30%);
- замедление введения костного цемента вплоть до остановки при каком-либо риске эмболии;
- контрольная рентгенография органов грудной клетки после ПВП.

\* \* \*

*Конфликт интересов отсутствует.*

## Литература/Reference

1. Парфенов В.Е., Мануковский В.А., Алексеев Е.Д. и др. Пункционная чрескожная вертебропластика в лечении патологии позвоночника. В кн.: Сборник лекций по актуальным вопросам нейрохирургии. СПб, 2008; с. 386–419 [Parfenov V.E., Manukovskiy V.A., Alekseev E.D. et al. Puncture percutaneous vertebroplasty in the treatment of spinal pathology. In the book: A Collection of lectures on topical issues of neurosurgery. SPb, 2008; s. 386–419 (in Russ.)].
2. Парфенов В.Е., Мануковский В.А., Кандыба Д.В. и др. Метод пункционной вертебропластики в лечении агрессивных гемангиом. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2007; 4 (20): 24–31 [Parfyonov V.E., Manukovski V.A., Kandyba D.V. et al. Vertebroplasty method for treatment of aggressive hemangiomas. *Ros. voen.-med. akad.* 2007; 4 (20): 24–31 (in Russ.)].
3. Borgström F. et al. Costs and quality of life associated with osteoporosis-related fractures in Sweden. *Osteoporosis Int.* – 2006; 17 (5): 637–50. DOI: 10.1007/s00198-005-0015-8
4. Leech J. et al. Relationship of Lung Function to Severity of Osteoporosis in Women. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1990; 141 (1): 68–71. DOI: 10.1164/ajrccm/141.1.68
5. Джинджихадзе Р.С., Лазарев В.А., Горожанин А.В. и др. Перкутанная вертебропластика. *Нейрохирургия.* 2005; 1: 36–40 [Gingihadze R.S., Lazarev V.A., Gorozhanin A.V. et al. Percutaneous vertebroplasty. *Neirokhirurgiya.* 2005; 1: 36–40 (in Russ.)].
6. Джинджихадзе Р.С., Древал О.Н., Лазарев В.А., и др. Хирургическое лечение mielomного поражения позвоночника и спинного мозга. *Нейрохирургия.* 2007; 3: 72–9 [Dzhindzhikhashvili R.S., Dreval O.N., Lazarev V.A. et al. Surgical treatment of myelogenic lesions in the vertebral column and the spinal cord. *Neirokhirurgiya.* 2007; 3: 72–9 (in Russ.)].
7. Зарецков В.В., Сумин Д.Ю., Арсениевич В.Б. и др. Вертебропластика при повреждениях тел поясничных позвонков у пациентов с остеопорозом. *Хирургия позвоночника.* 2011; 3: 26–30 [Zaretskov V.V., Sumin D.Y., Arsenievich V.B. et al. Vertebroplasty for lumbar vertebral body injury in patients with osteoporosis. *Hirurgiia pozvonočnika (Spine Surgery).* 2011; 3: 26–30 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2011.3.26-30>
8. Щедренко В.В., Могучая О.В., Себедев К.И. Применение вертебропластики при травме и заболеваниях позвоночника. *Академический журнал Западной Сибири.* 2013; 9 (6): 77 [Shchedrenok V.V., Mighty O.V., Sebelev K.I. The Use of vertebroplasty in trauma and diseases of the spine. *Akademicheskii zhurnal Zapadnoi Sibiri.* 2013; 9 (6): 77 (in Russ.)].
9. Валеев Е.К., Валеев И.Е. Пункционная вертебропластика (осложнения и пути их предупреждения). *Практическая медицина.* 2012; 8–2 (64): 22–4 [Valeev E.K., Valeev I.E. Percutaneous vertebroplasty (complications and their warnings). *Prakticheskaya meditsina.* 2012; 8–2 (64): 22–4 (in Russ.)].
10. Норкин И.А., Лихачев С.В., Чомартов А.Ю. и др. Гемангиомы позвоночника. *Саратовский научно-медицинский журнал.* 2010; 6 (2): 428–32 [Norkin I.A., Likhachev S.V., Chomartov A.Y. et al. Spinal Hemangiomas. *Saratovskii nauchno-meditsinskii zhurnal.* 2010; 6 (2): 428–32 (in Russ.)].
11. Дуров О.В., Шевелев И.Н., Тиссен Т.П. Вертебропластика при лечении опухолей позвоночника. *Хирургия позвоночника.* 2004; 4: 68–73 [Durov O.V., Shevelev I.N., Tissen T.P. Vertebroplasty for spinal tumors. *Hirurgiia pozvonočnika (Spine Surgery).* 2004; 4: 68–73 (in Russ.)].
12. Малиновский М.Н., Володюхин М.Ю. Чрескожная вертебропластика. *Казанский медицинский журнал.* 2002; 83 (6): 453–5 [Malinovsky M.N., Volodukhin M.Yu. Percutaneous vertebroplasty. *Kazanskii meditsinskii zhurnal.* 2002; 83 (6): 453–5 (in Russ.)].
13. Гайворонский И.В., Мануковский В.А., Кац А.В. Морфометрические характеристики поясничных позвонков взрослого человека и возможность прогнозирования объема их тела при чрескожной вертебропластике. *Морфология.* 2009; 136 (5): 67–72 [Gaivoronskiy I.V., Manukovskiy V.A., Katz A.V. Morphometric characteristics of lumbar vertebra of an adult person and the feasibility of their body volume prediction in percutaneous vertebroplasty. *Morfologiya.* 2009; 136 (5): 67–72 (in Russ.)].
14. Гайворонский И.В., Мануковский В.А., Кац А.В. Возможности прогнозирования объема тела поясничного позвонка у взрослого человека при проведении транспедикулярной чрескожной вертебропластики. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2009; 2 (26): 130–4 [Guyvoronskiy I.V., Manukovsky V.A., Katz A.V. Opportunities of prognosing of a body volume of lumbar vertebrae at the adult person at realization of transpedicular percutaneous vertebroplasty. *Vestn. Ros. voen.-med. akad.* 2009; 2 (26): 130–4 (in Russ.)].
15. Мануковский В.А., Бадалов В.И., Коростелев К.Е. и др. Применение минимально инвазивных методов хирургического лечения компрессионных переломов позвонков. *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* 2012; 1–2 (47–48): 33–4 [Manukovsky V.A.1, Badalov V.I.1, Korostelev K.E. et al. Application of a minimally invasive procedure of surgical treatment of vertebral compression fractures. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka.* 2012; 1–2 (47–48): 33–4 (in Russ.)].
16. Боков А.Е., Млявых С.Г., Алейник А.Я. и др. Легочная цементная эмболия при перкутанной вертебропластике и транспедикулярной фиксации с установкой винтов на костный цемент: возможные факторы риска. *Хирургия позвоночника.* 2016; 13 (1): 67–71 [Bokov A.E., Mlyavykh S.G., Aleynik A.Y., et al. Pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty and transpedicular screw fixation with bone cement: potential risk factors. *Hirurgiia pozvonočnika (Spine Surgery).* 2016; 13 (1): 67–71 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2016.1.67-71>
17. Парфенов В.Е., Мануковский В.А., Кандыба Д.В. и др. Осложнения чрескожной вертебропластики. *Нейрохирургия.* 2008; 2: 48–53 [Parfenov V.E., Manukovaskiy V.A., Kandyba D.V. et al. The complications of transcuteaneous vertebroplasty. *Neirokhirurgiya.* 2008; 2: 48–53 (in Russ.)].
18. Валиев А.К., Алиев М.Д. Роль чрескожной вертебропластики и биопсии в диагностике и лечении больных с опухолевым поражением позвоночника. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи.* 2012; 2: 3–9 [Valiev A.K., Aliev M.D. Role of percutaneous vertebroplasty and biopsy in diagnostics and treatment of pateints with spinal tumors. *Sarkomy kostei, myagkikh tkanei i opukholi kozhi.* 2012; 2: 3–9 (in Russ.)].
19. Kim D. Minimally Invasive Percutaneous Spinal Techniques. Saunders, 2010.
20. Zhan Y. et al. Risk Factors for Cement Leakage After Vertebroplasty or Kyphoplasty: A Meta-Analysis of Published Evidence. *World Neurosurg.* 2017; 101: 633–42. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.01.124
21. Beall D. et al. Technical strategies and anatomic considerations for parapedicular access to thoracic and lumbar vertebral bodies. *Skeletal Radiology.* 2007; 36 (1): 47–52. DOI: 10.1007/s00256-006-0192-3
22. Wilcox R. The biomechanics of vertebroplasty: A review. *Proc. Inst. Mech. Eng. H.* 2004; 218 (1): 1–10. DOI: 10.1243/095441104322807703

23. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Комплексная оценка исходов хирургического лечения пациентов с метастатическими поражениями позвоночника. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2015; 79 (3): 34–44 [Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Asyutin D.S. et al. Comprehensive assessment of the outcomes of surgical treatment of patients with metastatic spinal cord injuries. *Burdenko's Journal of Neurosurgery = Voprosy neurokhirurgii im. N.N. Burdenko*. 2015; 79 (3): 34–44 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/neiro201579334-44>
24. Кострицкий С.В., Семенов Д.В., Широкоград В.И. и др. Чрескожная вертебропластика у больных с метастазами рака почки в позвоночник. *Онкоурология*. 2013; 1: 24–8 [Kostritsky S.V., Semenov D.V., Shirokorad V.I., et al. Percutaneous vertebroplasty in patients with kidney cancer metastases to the vertebral column. *Cancer Urology*. 2013; 9 (1): 24–7 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2013-9-1-24-27>
25. Бухаров А.В., Карпенко В.Ю., Агзамов Д.С. и др. Многоуровневая вертебропластика при множественном метастатическом поражении позвоночника. *Клиническая практика*. 2014; 2 (18): 47–53 [Bukharov A.V., Karpenko V.Y., Agzamov D.S. et al. Multilevel vertebroplasty with multiple metastatic lesions of the spine. *Journal of Clinical Practice*. 2014; 2 (18): 47–53 (in Russ.)].
26. Хамидуллин Ф.Г., Ермолаев Ю.Ф., Петров С.И. и др. Чрескожная вертебропластика в нейрохирургической практике. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011; 1–2 (77): 275–7 [Khamidullin F.G., Ermolaev Yu.F., Petrov S.I. et al. Percutaneous vertebroplasty in neurosurgical practice. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011; 1–2 (77): 275–7 (in Russ.)].
27. Кандыба Д.В., Мануковский В.А., Кравцов М.Н. и др. Осложнения пункционной вертебропластики. *Травматология и ортопедия России*. 2008; 3 (49): 85а–86 [Kandyba D. V., Manukovsky V. A., Kravtsov M. N., Fedorenkov A. V. Complications of puncture vertebroplasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2008; 3 (49): 85а–86 (in Russ.)].
28. Монашенко Д.Н., Бадалов В.И., Кистень В.К. Интраоперационные осложнения в спинальной хирургии. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2016; 4 (56): 217–23 [Monashenko D.N., Badalov V.I., Kisten V.K. Intraoperative complications in spinal surgery. *Vestn. Ros. voen.-med. akad.* 2016; 4 (56): 217–23 (in Russ.)].
29. Мануковский В.А., Кандыба Д.В., Алексеев Е.Д. и др. Пункционная вертебропластика – метод выбора при компрессионных переломах тел позвонков на фоне остеопороза. *Травматология и ортопедия России*. 2008; 3 (49): 95а–96 [Manukovskiy V. A., Kandyba D. V., Alekseev E. D., Fedorenkov A.V. Puncture vertebroplasty is the method of choice for compression fractures of vertebral bodies against osteoporosis. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2008; 3 (49): 95а–96 (in Russ.)].
30. Бывальцев В.А., Барза П., Сухомель П. и др. Приоритетность использования вертебропластики в лечении симптоматических гемангиом позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2008; 2: 41–7 [Byvaltsev V.A., Barza P., Sukhomel P. et al. The priority of vertebroplasty for treatment of symptomatic vertebral hemangiomas. *Hirurgiia pozvonocznika (Spine Surgery)*. 2008; 2: 41–7 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2008.2.41-47>
31. Орлов В.П., Идричан С.М., Кравцов М.Н. и др. Опыт хирургического лечения больных с опухолями позвоночника и спинного мозга в специализированном стационаре. *Вестн. рос. воен.-мед. акад.* 2014; 2 (46): 63–6 [Orlov V.P., Idrichan S.M., Kravtsov M.N. et al. Experience of surgical treatment of patients with spine and spinal cord tumours in specialized inpatient facility. *Vestn. ros. voen.-med. akad.* 2014; 2 (46): 63–6 (in Russ.)].
32. Пташников Д.А., Магомедов Ш.Ш., Татаринцев А.П. и др. Анализ классификаций и алгоритмов хирургического лечения опухолей позвоночника, современный подход в планировании. *Вопросы онкологии*. 2018; 64 (2): 185–9 [Ptashnikov D.A., Magomedov Sh.Sh., Tatarintsev A.P. et al. Analysis of classifications and algorithms of surgical treatment for spinal tumors, modern approach in planning. *Voprosy onkologii*. 2018; 64 (2): 185–9 (in Russ.)].
33. Кравцов М.Н., Мануковский В.А., Жаринов Г.М. и др. Агрессивные гемангиомы позвонков: оптимизация тактики лечения. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2012; 76 (2): 23–32 [Kravtsov M.N., Manukovskii V.A., Zharinov G.M. et al. Aggressive vertebral hemangiomas: optimization of management tactics. *Burdenko's Journal of Neurosurgery = Voprosy neurokhirurgii im. N.N. Burdenko*. 2012; 76 (2): 23–32 (in Russ.)].
34. Евзиков Г.Ю., Фарафонтон А.В., Шишкина Л.В. и др. Капиллярная гемангиома эпидурального пространства позвоночного канала. Описание клинического наблюдения и обзор литературы. *Нейрохирургия*. 2015; 4: 71–4 [Evzikov G.Y., Farafontov A.V., Shishkina L.V. et al. Epidural spinal capillary hemangioma. Clinical case and literature review. *Russian journal of neurosurgery*. 2015; 4: 71–4 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2015-0-4-71-74>
35. Климов В.С., Косимшоев М.А., Евсюков А.В. и др. Результаты дифференцированного хирургического лечения агрессивных гемангиом позвонков. *Хирургия позвоночника*. 2018; 15 (1): 79–90 [Klimov V.S., Kosimshoev M.A., Evsyukov A.V. et al. Results of differentiated surgical treatment of aggressive vertebral hemangiomas. *Hirurgiia pozvonocznika (Spine Surgery)*. 2018; 15 (1): 79–90 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2018.1.79-90>
36. Карабаев И.Ш., Волков И.В. Клинико-рентгенологическая классификация гемангиом позвоночника. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2012; 1: 30–5 [Karabaev I.Sh., Volkov I.V. Clinical radiological classification of spinal hemangioma. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2012; 1: 30–5 (in Russ.)].
37. Мануковский В.А., Кравцов М.Н., Жаринов Г.М. и др. Изучение эффективности пункционной вертебропластики и лучевой терапии в лечении агрессивных гемангиом позвонков. *Мед. акад. журн.* 2008; 8 (4): 101–14 [Manukovskiy V.A., Kravtsov M.N., Zharinov G.M. et al. Vertebroplasty method and radiation therapy for treatment of aggressive hemangiomas. *Med. Acad. J.* 2008; 8 (4): 101–14 (in Russ.)].
38. Nguyen J., Djindjian M., Pavlovich J. Hemangiomas vertebraux avec signes neurologiques. Les resultants therapeutiques. Enquete de la S.N.F. *Neurochirurgie*. 1989; 35: 299–303.
39. Гохфельд И.Г., Павлов Б.Б. Гемангиомы позвоночника и их лечение: пункционная вертебропластика. *Международ. неврол. журн.* 2010; 1: 71–3 [Gohfeld I.G., Pavlov B.B. Vertebral Hemangioma and its Treatment: Puncture Vertebroplasty. *International Neurological Journal*. 2010; 1: 71–3 (in Russ.)].
40. Куцаев С.В. Нежелательные явления и осложнения пункционной вертебропластики. *Нейрохирургия*. 2008; 1: 17–25 [Kushchayev S.V. Adverse effects and complications of puncture vertebroplasty. *Neirokhirurgiya*. 2008; 1: 17–25 (in Russ.)].
41. Валиев А.К., Мелузова О.М., Кукушкин А.В. и др. Вертебропластика в плане комбинированного лечения больных с опухолевым поражением позвоночника. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*. 2003; 14 (2–1): 49–52 [Valiev A.K., Meluzova O.M., Kukushkin A.V. et al. Vertebroplasty in terms of combined treatment of patients with tumoral lesions of the spine. *Vestnik RONTs im. N.N. Blokhina RAMN*. 2003; 14 (2–1): 49–52 (in Russ.)].
42. Усиков В.Д., Пташников Д.А., Магомедов Ш.Ш. и др. Чрескожная вертебропластика у больных с метастазами в позвоночник. *Травматология и ортопедия России*. 2008; 2 (48): 49–52 [Usikov V.D., Ptashnikov D.A., Magomedov Sh.Sh. et al. Percutaneous vertebroplasty in patients with metastases in spine. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2008; 2 (48): 49–52 (in Russ.)].
43. Кострицкий С.В., Широкоград В.И., Семенов Д.В. и др. Хирургическое лечение больных с метастазами рака почки в позвоночник. *Онкоурология*. 2014; 3: 40–2 [Kostritsky S.V., Shirokorad V.I., Semenov D.V. et al. Surgical treatment in patients with kidney cancer metastasizing to the spine. *Cancer Urology*. 2014; 10 (3): 40–2 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2014-10-3-40-42>
44. Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А. и др. Чрескожная вертебропластика при метастатическом поражении позвоночника. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. 2009; 1: 23–7 [Valiev A., Mусаev E., Sushentsov E. et al. Treatment of spinal metastasis by percutaneous vertebroplasty. *Sarkomy kostei, myagkikh tkanei i opukholi kozhi*. 2009; 1: 23–7 (in Russ.)].
45. Курамшин А.Ф., Сафин Ш.М., Рахматуллин Т.Р. и др. Малоинвазивное хирургическое лечение метастатических опухолей позвонков. *Лазерная медицина*. 2008; 12 (3): 23–6 [Kuramshin A.F., Safin Sh.M., Rahmatullin T.R. et al. Minimally Invasive Surgical Treatment of Metastatic Tumours of Vertebra. *Lazernaya meditsina*. 2008; 12 (3): 23–6 (in Russ.)].
46. Валиев А.К., Соколовский А.В., Неред А.С. и др. Малоинвазивные хирургические технологии при поражениях позвоночника в онкогематологии. *Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика*. 2013; 6 (2): 177–94 [Valiyev A.K., Sokolovskiy A.V., Nered A.S. et al. Minimally invasive surgical techniques in hematological malignancies with spinal involvement. *Klinicheskaya onkogematologiya. Fundamentalnye issledovaniya i klinicheskaya praktika*. 2013; 6 (2): 177–94 (in Russ.)].
47. Гринь А.А., Григорьева Е.В. Лучевая диагностика позвоночно-спинномозговой травмы. Часть 1. *Нейрохирургия*. 2012; 4: 8–16 [Grin A.A., Grigorieva E.V. The radiology diagnostics of vertebral and spinal trauma. Part 1. *Russian journal of neurosurgery*. 2012; 4: 8–16 (in Russ.)].

48. Крылов В.В., Гринь А.А., Кайков А.К. и др. Современные принципы в хирургии травм и заболеваний позвоночника. *Журнал им. Н.В.Склифосовского. Неотложная медицинская помощь*. 2014; 4: 36–41 [Krylov V.V., Grin A.A., Kaykov A.K. et al. Modern principles in surgery of injuries and diseases of the spine. *Russian Sklifosovsky Journal «Emergency Medical Care»*. 2014; 4: 36–41 (in Russ.)].

49. Гринь А.А., Григорьева Е.В. Лучевая диагностика позвоночно-спинно-мозговой травмы. Часть 2. *Нейрохирургия*. 2013; 1: 7–21 [Grin A.A., Grigorieva E.V. The radiology diagnostics of vertebral and spinal trauma. Part 2. *Russian journal of neurosurgery*. 2013; 1: 7–21 (in Russ.)].

50. Sukkarieh H. Vertebroplasty. In: Saghieh S., Weinstein S., Hoballah J. (eds) *Operative Dictations in Orthopedic Surgery*. NY: Springer, 2013.

51. Гринь А.А., Некрасов М.А., Кайков А.К. и др. Лечение и профилактика переломов позвоночника у больных с остеопорозом. *Нейрохирургия*. 2013; 3: 72–5 [Grin A.A., Nekrasov M.A., Kaikov A.K. et al. Treatment and prophylaxis of spine fractures at patients with osteoporosis. *Russian journal of neurosurgery*. 2013; 3: 72–5 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2013-0-3-72-75>

52. Щедренок В.В., Зуев И.В., Топольскова Н.В. и др. Опыт диагностики и хирургического лечения остеопороза позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2013; 3 (69): 113–8 [Shchedrenok V.V., Zuev I.V., Topolskova N.V. et al. Diagnostics and surgical treatment of vertebral osteoporosis. *Traumatology and Orthopedics of Russia = Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2013; 3: 113–8 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2013--3-113-118>

53. Boszczyk B. Volume matters: A review of procedural details of two randomised controlled vertebroplasty trials of 2009. *Eur. Spine J*. 2010; 19 (11): 1837–40. DOI: 10.1007/s00586-010-1525-4.

54. Hirsch J., Chandra R. Resurrection of evidence for vertebroplasty? *Lancet*. 2016; 388 (10052): 1356–7. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31356-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31356-3)

55. Buchbinder R., Johnston R., Rischin K. et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2018; 4: CD006349. DOI: 10.1002/14651858.CD006349.pub3

56. Clark W. et al. Cochrane vertebroplasty review misrepresented evidence for vertebroplasty with early intervention in severely affected patients. *BMJ Evidence-Based Medicine*. 2019. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjebm-2019-111171>

57. Боков А.Е., Млявух С.Г., Алейник А.Я. и др. Факторы риска дренирования цемента в позвоночный канал при пункционной вертебропластике. *Хирургия позвоночника*. 2015; 12 (4): 25–9 [Bokov A.E., Mlyavykh S.G., Aleynik A.Y., et al. Risk factors of intracanal cement leakage during percutaneous vertebroplasty. *Hirurgiā pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2015; 12 (4): 25–9 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2015.4.25-29>

## PUNCTURE VERTEBROPLASTY FOR SPINAL TUMORS AND DISEASES

**A. Yarikov**<sup>1,2\*</sup>, Candidate of Medical Sciences; **A. Denisov**<sup>3</sup>; **I. Smirnov**<sup>2</sup>; **S. Masevnin**<sup>3</sup>, Candidate of Medical Sciences; **M. Dokish**<sup>3</sup>, Candidate of Medical Sciences; Professor **O. Perlmutter**<sup>2</sup>, MD; Professor **A. Fraerman**<sup>2</sup>, MD; **A. Simonov**<sup>2</sup>, Candidate of Medical Sciences

<sup>1</sup>Volga District Medical Center, Federal Biomedical Agency, Nizhny Novgorod

<sup>2</sup>City Clinical Hospital Thirty-Nine, Nizhny Novgorod

<sup>3</sup>R.R. Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg

*Puncture vertebroplasty is one of the common treatments in patients with spinal diseases of various origins. The paper details general recommendations for puncture vertebroplasty and depicts its procedure. It also presents the biomechanical characteristics of one of the commonly used bone cements, such as polymethyl methacrylate. Indications for and contraindications to vertebroplasty and its complications are described. Particular attention is paid to the use of this technique for vertebral hemangiomas, metastatic lesion, and osteoporosis.*

**Key words:** neurosurgery, vertebroplasty, vertebral hemangioma, osteoporosis, metastatic lesion of the spine, spinal tumors.

**For citation:** Yarikov A., Denisov A., Smirnov I. et al. Puncture vertebroplasty for spinal tumors and diseases. *Vrach*. 2020; 31 (5): 6–13. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-05-02>

**Об авторе/About the author:** \*Yarikov A.V. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4437-4480>